Министерство цветной металлургии СССР
Производственное объединение «Союзтвердосплав»

Специальное
производственно-технологическое бюро

«Оргпримтвердосплав»

Технологические рекомендации

по пайке твердосплавного инструмента

ЛИТЕРАТУРА

1. Твердые сплавы. Сб. трудов ВНИИТСа № 9—12 М., «Металлургия».

2. Рекомендации по пайке твердосплавного металлорежущего инструмента. М., СПТБ «Оргпримтвердосплав», 1973.

3. Черкасов В. М., Имшенник К. П.

Технология пайки твердосплавного инструмента. М., ВНИИ, 1968.

4. Справочник паяльщика. М., «Машиностроение», 1967.

5. Каменичный И. С.

Краткий справочник технолога-термиста. М., Машгиз, 1963.

6. Металлокерамическая пайка твердосплавного инструмента. Информационный листок № 75—1482 (ВИМИ).

7. Отраслевой стандарт ОСТ 92-2301-71. Технология пайки твердосплавного инструмента, 1976.

8. Имшенник К. П., Иванов И. Н.

О паяемости твердых сплавов со сталью. Научно-технический реферативный сборник «Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент». М., НИИМАШ, 1975, № 1.

(Переиздание)

Технологические рекомендации по пайке твердосплавного инструмента.

Сдано в набор 28. 05. 81. г. Подписано к печати 22. 06. 81 г. Л. 45503. Формат бумаги 60×84/16. Бумага писчая № 3. Литературная гарнитура. Высокая печать. 1,50 физ. л. 1,40 усл. л. Тираж 2500 экз. Заказ № 2002. Отпечатано в П/о «Полиграфистс» производство № 3 Государственного комитета Латвийской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 226951, г. Рига, ул. Гоголя, 3. Цена 18 коп.

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»
СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО «ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПАЙКЕ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Москва 1981

Составители: М. Л. Полякова, В. Н. Власов,
Т. Н. Швецова.

Под общей редакцией:
к. т. н. В. С. Самойлова,
к. т. н. Н. А. Клочко.

Редактор И. В. Сецкая

Приложение 6

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Данный метод основан на способности люминофоров светиться при ультрафиолетовом облучении.

Контролируемый инструмент должен быть очищен от флюса и излишков припоя.

В качестве люминофора рекомендуется применять смесь, состоящую из 25% трансформаторного масла и 75% керосина.

Инструмент, погруженный в смесь на 4—5 минут, извлекают и промывают в проточной воде в течение 2—3 минут, а затем сушат в струе сжатого воздуха.

Подготовленные таким образом поверхности твердосплавного инструмента подвергают ультрафиолетовому облучению в затемненном месте.

Имеющиеся на поверхности твердого сплава и паяного шва трещины при облучении ярко светятся.

Приложение 7

ИНСТРУКЦИЯ

по покрытию рабочей части твердосплавного инструмента защитной пленкой

Для сокращения сколов пластинок твердосплавного напайного инструмента в процессе транспортировки и хранения рекомендуется производить покрытие рабочей части инструмента специальной защитной пленкой.

Состав компонентов для получения смеси:
трансформаторное масло — 40% ±1%;
этилцеллюлоза — 35% ±1%;
дибутилфталат — 25% ±1%.
Процентное содержание компонентов дано по весу.

Смесь приготавливается в специальной ванне с электроподогревом в следующем порядке.

Трансформаторное масло разогреть в ванне до температуры 150—170°С, при постоянном перемешивании засыпать небольшими порциями этилцеллюлозу. Продолжая нагрев до 190—210°С, перемешивать смесь до полного растворения этилцеллюлозы (при низкой температуре этицеллюлоза не растворится).

После полного растворения этилцеллюлозы в смесь при перемешивании залить дибутилфталат. Температуру смеси при непрерывном помешивании довести до 220°С, выдержать смесь при этой температуре 10—15 минут и отключить электрообогрев. Смесь готова к применению.

Рабочую часть заточенного и доведенного инструмента обмакнуть в приготовленную смесь, имеющую температуру 160—220°С, инструмент положить на стеллаж для остывания.

В процессе остывания на воздухе на рабочей части инструмента смесь превращается в эластичную пленку, которая легко снимается перед установкой инструмента на рабочее место.

МЕТОД ЦВЕТНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

(цветных красок)

Данный метод основан на способности специальных красителей проникать в мелкие поры и трещины и изменять цвет других красок.

Контролируемый инструмент должен быть очищен от излишков флюса и припоя, пластина твердого сплава отшлифована и обезжирена (в ацетоне или 10—15%-ном содовом растворе).

Составы красок, применяемых при контроле, приведены ниже (ТУ 6-09-1830-72).

Красная краска

Состав 1: 70 г бензина
30 г керосина
1 г красителя «Судан 1».

Состав 2: 95 мл бензина
65 мл авиационного масла МК8
1 г темно-красного красителя «Судан 4»

Состав 3: 20 мл скипидара
80 мл керосина
1 г красителя «Судан 3».

Белая краска

Состав 1: 100 г белой нитроэмали
5 г окиси цинка
50 г растворителя № 646

Состав 2: 70 мл коллодия
20 мл бензина
10 мл ацетона
5 г густотертых цинковых белил

Состав 3: 1 л воды или керосина
300—400 г каолина.

После подготовки инструмента кистью нанести красную краску на поверхность пластинки твердого сплава, просушить в течение минуты и нанести второй слой. После полного высыхания краску удалить тампоном, смоченным в растворе, содержащем 30% керосина и 70% трансформаторного масла. Кистью нанести слой белой краски. При наличии трещин в пластинках твердого сплава на белой краске появятся красные линии.

Пайка является одним из технологических способов оснащения твердым сплавом режущих инструментов.

Основными факторами, от которых зависит качество пайки, являются выбор материала державок, а также наиболее эффективных припоев и флюсов, подготовка поверхностей к пайке, режимы нагрева и способы охлаждения при пайке.

В предлагаемом материале изложены необходимые требования к пайке инструмента, армированного твердым сплавом, обеспечивающие получение качественного паяного соединения, обобщены результаты внедрения рациональной технологии пайки на ряде предприятий.

Рекомендации составлены на основании опыта работы ВНИИТС, СПТБ «Оргприматвердосплав», а также ряда отраслевых институтов и передовых предприятий.

I. ПОДГОТОВКА КОРПУСА ИНСТРУМЕНТА

1.1. Державки инструмента следует изготовлять из сталей, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование инструмента	Марка стали	ГОСТ
Резцы, ножи	35ХГСА	4543-71
	Ст. 45	1050-74
	40Х	4543-71
Отрезные резцы	35ХГСА	4543-71
	40Х	4543-71
Сверла, зенкеры, развертки	35ХГСА	4543-71
	9ХС	5950-73
	7Х3	5950-73

1.2. Паз под пластину твердого сплава должен соответствовать форме и размерам пластин; пластины не должны выступать за габариты пазов более чем на 0,8 мм.

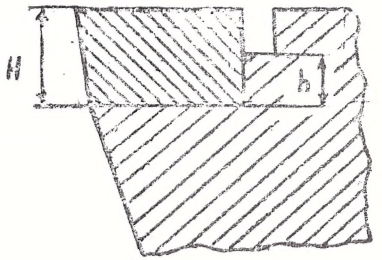


Рис. 1. Зависимость глубины паза от толщины пластинки из твердого сплава.

1.3. Глубина паза державки должна равняться (рис. 1):
а) толщине пластинки при ее толщине менее 4 мм;
б) 0,5 толщины пластинки при ее толщине от 4 до 7 мм;
в) 0,4 толщины пластинки при ее толщине более 7 мм.

При пайке пластин с применением припоя ТП-1 глубина паза должна быть увеличена на 0,7 мм.

1.4. Неплоскостность опорных поверхностей и стенок паза в корпусе инструмента допускается не более 0,05 мм. Примеры неправильной подготовки пазов, вызывающей непропай, представлены на рис. 2.

1.5. Шероховатость поверхности паза должна соответствовать 4—5 классу шероховатости (R_z40... R_z20).

1.6.Пазы для размещения твердосплавных пластин могут быть открытые, закрытые и полузакрытые (рис. 3).

С точки зрения получения минимальных остаточных напряжений рекомендуются открытые пазы при соотношении толщин твердого сплава и стали равном 1:3.

Открытые и полузакрытые пазы должны обеспечивать зазор между твердым сплавом и сталью 0,07—0,15 м на сторону.

1.7. В гнездах державок недопустимы следы масла, эмульсии, ржавчины и других загрязнений. Очистку от окалины и ржавчины следует производить механическим путем, а от масла и эмульсии — промывкой в 10—15%-ном растворе каустической соды (температура 80—90°С) в течение 10—15 мин., а затем в воде (температура 80—90°С) с последующей просушкой в потоке горячего воздуха.

1.8. Хранить корпуса инструмента после обезжиривания следует в сухом отапливаемом помещении не более одной недели.

II. ПОДГОТОВКА ТВЕРДОГО СПЛАВА К ПАЙКЕ

2.1. Пластины твердого сплава не должны иметь выбоин, сколов и короблений, превышающих предельные отклонения от ГОСТ 2209-82 (табл. 2).

Таблица 2

Степень точности	Длина пластинок, мм	Предельные отклонения на вогнутость и выпуклость при толщине, мм			
		<3	⩾3 до 4,5	>4,5 до 6	>6
Нормальная	⩽10	0,11	0,10	—	—
	>20—10	0,16	0,14	0,12	0,12
	>20—30	0,20	0,20	0,16	0,16
	>30	—	0,25	0,22	0,20
Повышенная	⩾10	0,06	0,05	—	—
	>10—20	0,08	0,06	0,04	0,04
	>20—30	0,10	0,08	0,06	0,06
	>30	—	0,12	0,11	0,10

Применение пластин с короблением, превышающим допустимое, приводит к непропаю (рис. 4).

Суспензию наносят на подложку из полиэтиленовой пленки, которая передвигается по столу приспособления. Над столом с определенным зазором установлен нож, под которым протягивается полиэтиленовая пленка с нанесенной на нее суспензией, в результате чего на подложке образуется тонкая, сравнительно равномерная лента из суспензии.

После высыхания суспензия легко снимается с подложки в виде эластичной ленты и используется по назначению.

Толщина ленты зависит от величины зазора между ножом и столом приспособления.

Защитную ленту, переложенную полиэтиленовой пленкой, хранят в закрытой металлической таре.

Приложение 4

ИНСТРУКЦИЯ

на изготовление защитной пасты в виде эластичной ленты

Защитная паста предназначается для предотвращения заплавления и ограничения растекания припоя в процессе пайки.

Технология изготовления защитной эластичной ленты состоит из следующих основных операций:

— приготовление органической связки;
— приготовление суспензии;
— изготовление ленты.

I. Приготовление органической связки

Органическая связка представляет собой 8%-ный раствор поливинилбутираля—ПВБ в спирто-ацетоновой смеси (соотношение спирта и ацетона 1:1) с добавлением 10% дибутилсебацината. Приготовление органической связки аналогично приготовлению клея (см. приложение 3).

II. Приготовление суспензии

Состав суспензии (в вес %):
сурик свинцовый (~~ГОСТ 5.2028-73~~) — 5; (ГОСТ 19151-73)
окись алюминия (~~МРТУ6-09 № 2046-64~~) — 45; (МРТУ6-09-426-75)
органическая связка — 50.

Смешивание составляющих производят шарами в барабане мельницы в течение 4—6 часов до получения однородной массы — суспензии.

Готовую суспензию освобождают от перемешивающих шаров процеживанием через сито из нержавеющей стали.

III. Изготовление ленты

Эластичная лента изготовляется с помощью приспособления, схема которого показана на рис. 9.

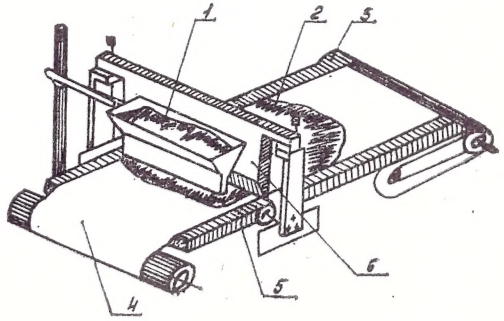


Рис. 9. Приспособление для изготовления эластичной ленты:
1 — суспензия; 2 — защитная пленка; 3 — ведомый валик; 4 — полиэтиленовая подложка; 5 — буксир; 6 — регулирующий нож.

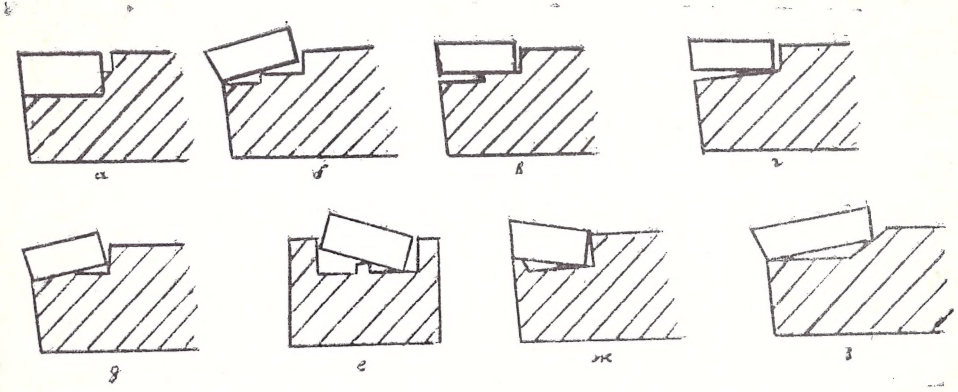


Рис. 2. Подготовка пазов под пайку пластинок из твердого сплава:
а — качественная подготовка паза;
б; в; г; д; е; ж; з — некачественная подготовка паза.

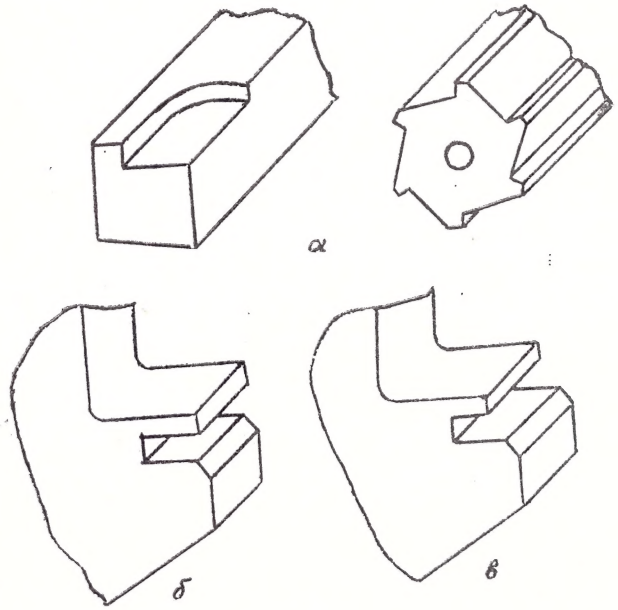


Рис. 3. Пазы под пластинки из твердого сплава:
а — открытые; б — закрытые; в — полузакрытые.

Физико-химические свойства припоев для

Марка припоя	Химический состав, %								
	Cu	Ni	Mn	Si	Fe	Al	B	Zn	Примеси (не более)
ЛМцЖ 57-1,5-0,75 (№ 34)	56—58	—	1—2	0,1—0,2	0,5—1,0		0,07—0,15	ост.	0,5
ЛНМц 60-9-5 (№ 7)	59—61	8—10	4—6	—	—	—	0,08—0,1	ост.	0,5
ПрМНМц 68-4-2	62—68	4—5	1,5—2	—	—	—	—	ост.	0,5
ПрАНМц 0,6-4-2	ост.	3—4	2	—	—	0,6	—	—	0,5
ТП-1									
Л-63	62			—	—	—	—	ост.	0,5

*) Коэффициент растекаемости является отношением растекаемости данного

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ СВЯЗКИ (КЛЕЯ)

1. Клей предназначен для крепления и фиксации твердосплавной пластины на корпусе инструмента перед пайкой.

2. Клей облегчает работу паяльщика при нагреве мелкоразмерного и сложного инструмента в условиях ТВЧ, быстро высыхает (в течение 1—2 мин) и в процессе пайки не оставляет шлаковых остатков.

3. Технология приготовления.

В колбу со спирто-ацетоновой смесью (1:1) небольшими порциями вводят предварительно высушенный поливинилбутираль. При этом колбу непрерывно встряхивают для лучшего перемешивания смеси.

Растворение ведут на водяной бане при температуре не выше 40°С до полного растворения поливинилбутираля.

Для приготовления 1 кг клея необходимо:

— поливинилбутираля — 7 г (ГОСТ-9439-~~60~~ 17299-78);

— спирта этилового — 465 г (ГОСТ ~~8314-57~~);

— ацетона — 465 г (ГОСТ 2768-~~75~~).

Клей хранится в герметически закрытом сосуде. Наносится клей на инструмент из капельницы или кистью.

жение, и шлифующий диск вращается со скоростью 80—90 об/мин. Шлифовать пластины в течение 40—45 минут.

3. Снять диск со станка и промыть пластины в проточной воде.

4. После промывки произвести абразивную доводку порошком карбида кремния зеленого в воде в течение 15—20 минут (40 г. порошка и 500 г воды).

5. Вторично промыть диск с пластинками в проточной воде. При наличии следов меди на пластинах шлифовку продолжать.

6. Снять пластины с диска путем подогрева их на плитке.

7. Прокипятить пластины в 15%-ном растворе кальцинированной соды.

8. Промыть пластины в горячей воде.

9. Просушить пластины.

После обработки пластины должны иметь ровный матовый цвет; наличие опорной поверхности меди, соды или клея недопустимо.

По сравнению с другими химико-механический метод шлифования является более производительным и вследствие незначительного нагревания пластинок исключает возможность появления даже микротрещин.

Шероховатость поверхности после обработки соответствует 8 классу точности.

Таблица 3

пайки твердосплавного инструмента

Температура плавления припоя, °С	Механические свойства										ТУ, ГОСТ
	Прочность паяного шва при срезе, кгс/мм²	Коэффициент растекаемости припоя*)	Предел прочности при растяжении, кгс/мм²		Предел текучести при растяжении, кгс/мм²		Относительное удлинение, %		Ударная вязкость, кгм/см²		
			20°С	300°С	20°С	300°С	20°С	300°С	20°С		
365—873	21	2,2	46	30	25	17	25	61	5,0		~~ТУ 48-21-299-73~~ ОСТ 48-184-81
949—995	29	2,5	35	30	17	13	41	49	10,7		~~ТУ 48-21-299-73~~ —"—
930	21		38		18						~~ТУ 48-08-476-71~~ —"—
1050	24	1,8	27		14		39		12		~~ТУ 48-08-476-71~~ —"—
372	19										ТУ 48/ОП-55-74
910—930		1	26				27		14		ГОСТ 15527-70

припоя к растекаемости латуни Л-63.

2.2. Пластины, имеющие коробление свыше 0,07 мм, следует подвергать химико-механическому шлифованию (приложение 2).

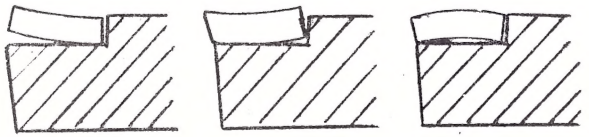


Рис. 4. Виды непропая из-за коробления пластин.

2.3. При использовании для пайки флюса Ф100 или его смеси с бурой снятия пленки окислов с поверхности пластин твердого сплава не требуется.

В случае применения в качестве флюса буры пластины твердого сплава должны быть обработаны по следующей технологии, предложенной ВНИИТС:

а) пластины твердого сплава, уложенные в корзину из нержавеющей стальной проволоки, выдерживаются в атмосфере воздуха в камерной электропечи при температуре 800°С в течение 20 мин — для сплава Т30К4 15 мин. — для сплавов Т15К6, ВК8 и 10 мин — для сплава ВК4, ВК6, ВК6М;

б) охлаждение после выдержки производится на воздухе;

в) остывшие твердосплавные пластины очищают от образовавшегося окисного слоя во вращающемся барабане со смесью: 25% речного песка, 20% воды, 15% древесных опилок; насыпной объем пластин твердого сплава должен составлять половину объема барабана; время очистки для сплавов группы ВК—1,5 часа, группы ТК — 2,5 часа;

г) после снятия окисного слоя во вращающемся баране твердосплавные пластины следует промыть в горячей воде и просушить в потоке горячего воздуха.

Готовые пластины можно хранить не более суток.

III. ПОДГОТОВКА ПРИПОЯ И ФЛЮСА

3.1. Для пайки твердосплавного режущего инструмента следует применять припой ЛМцЖ 57-1,5-0,75 +) (~~ТУ 48-21-299-73~~), который выпускается Московским экспериментальным заводом качественных сплавов (г. Москва, И-301, Старо-Алексеевская ул., 21). Допускается применение припоев ПрМНМц 68-4-2, ПрАНМц 0,6-4-2 +) (~~ТУ 48-08-476-77~~), Л63.

Припой АНМЦ 0,6-4-2 рекомендуется применять только в тех случаях, когда прочность паяного шва при использовании других припоев недостаточна для нормальной эксплуатации инструмента.

Химический состав и механические свойства припоев даны в таблице 3.

3.2. Припои используют в виде ленты толщиной 0,4—0,6 мм или проволоки диаметром 0,8—1,0 мм.

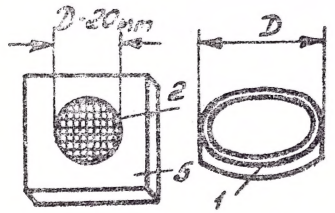
Норма расхода припоя 0,35—0,40 г на 1 см² площади пайки.

3.3. Разрезку припоя по размеру паза целесообразно производить на специальном приспособлении (рис. 5), которое разработано и внедрено на Канашском инструментальном заводе Минстанкопрома (Чувашская АССР), где можно получить техдокументацию.

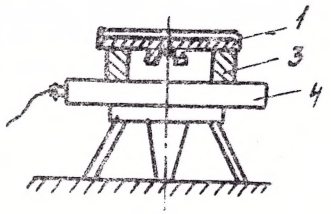
3.4. При пайке следует применять флюс следующего состава: 50% буры (предварительно обезвоженной) + 50% Ф100 (Ф100А). Флюс Ф100 выпуска-

+) ОСТ 48-184-81

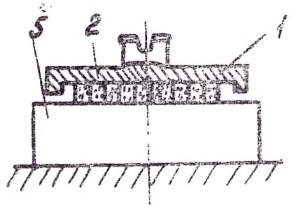
1	2	3
2.	Установить диск вместе с кусками клея на электроплитку для расплавления клея. Количество клея кладется с расчетом получения после расплавления слоя толщиной 3—5 мм	Э-2
3.	Нагреть диск на электроплитке до расплавления клея	
4.	Охладить диск с расплавленным клеем до тестообразного состояния	
5.	Наложить диск с клеем тестообразного состояния на предварительно уложенные на плите пластинки твердого сплава. Пластины должны быть погружены в клей на 1/3—2/3 высоты, что необходимо для обеспечения доступа медного купороса и абразивного порошка к шлифуемой поверхности	Э-3
6.	Положить на диск груз-кольцо 6 весом 15—20 кг для плотного прижима его к пластинкам твердого сплава. Моментом снятия груза с диска и диска с плиты служит полное застывание клея. Прикленные пластинки находятся со стороны опорной поверхности, подлежащей шлифованию, в одной плоскости	Э-4



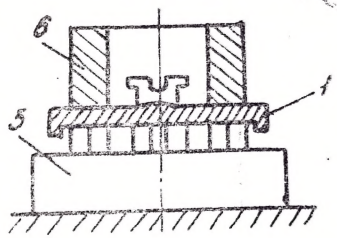
Э-1



Э-2



Э-3



Э-4

2. Диск с пластинами твердого сплава установить на станке. Шлифовать суспензией следующего состава: вода — 44%, медный купорос — 12%, абразивный порошок (корунд или электрокорунд) зернистостью 10-6—44%.

Для приготовления суспензии медный купорос растворяют в горячей воде (80—90°С). После охлаждения раствора в него высыпают абразивный порошок. Диск с пластинками твердого сплава совершает возвратно-поступательное дви-

Приложение 2

ИНСТРУКЦИЯ

по шлифованию пластин твердого сплава химико-механическим способом

Данный метод основан на принципе разрушения кобальтовой связки раствором сернокислой меди с последующим удалением разрушенного слоя шлифованием, которое производится на специальном станке при вращении двух дисков, как это показано на рис. 8.

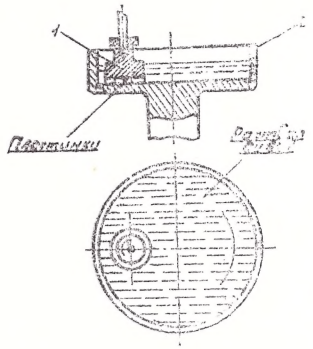


Рис. 8. Схема химико-механического шлифования пластин:
1 — верхний диск; 2 — нижний диск — чаша.

Шлифование производится на нижнем диске, изготовленном из меди или нержавеющей стали.

Технология шлифования следующая:

1. Укрепить пластины на верхнем диске, изготовленном из латуни (табл. 1), с помощью клея следующего состава: 1 весовая часть воска и 2 весовых части канифоли. Воск и канифоль в соответствующих пропорциях нагревают в фарфоровой чашке до расплавления и тщательно перемешивают до получения однородной смеси. После остывания клей готов к употреблению.

Таблица 1

Технологический процесс крепления к верхнему диску пластинок твердого сплава

№ п. п.	Наименование операций и переходов	Эскиз
1	2	3
1.	Уложить пластинки твердого сплава на специальную предварительно прошлифованную плиту 5 опорными плоскостями, подлежащими шлифованию, вниз. Пластинки укладывают на плите в пределах контрольной окружности, диаметр которой на 20 мм меньше диаметра верхнего диска	Э-1

ется по ТУ 48-02-48-70 Новосибирским заводом редких металлов (г. Новосибирск, 5, Д. Бедного, 73).

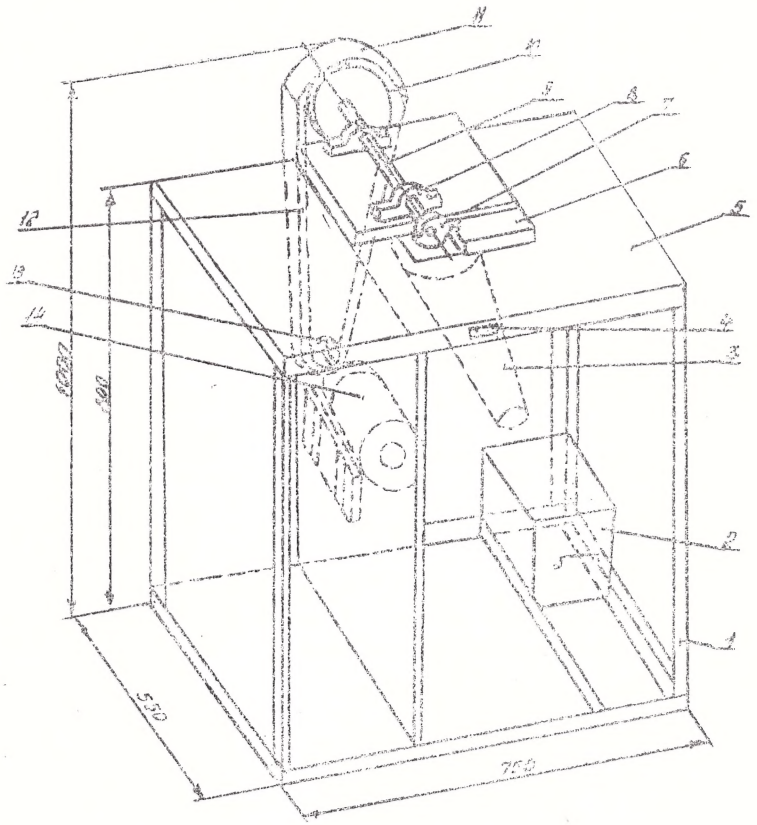


Рис. 5. Общий вид установки для резки припоя.

Составы и интервалы активности действия флюсов приведены в табл 4.

3.5. При составлении флюса буру обезвоживают по следующей технологии:

а) засыпанную в тигель из нержавеющей стали буру загрузить в печь с температурой 850—900°С, где расплавить и выдержать до прекращения пузырения;

б) расплавленную буру вылить на лист или поддон из нержавеющей стали, охладить до комнатной температуры;

в) измельчить флюс до порошкообразного состояния, просеять через сито 0,3 мм.

3.6. Флюс хранить в закрытых емкостях (стеклянная банка с притертой пробкой), брать из них по потребности на смену.

3.7. Норма расхода флюса 0,15—0,20 г на 1 см² площади пайки.

Таблица 4

Марка флюса	Окись кобальта Co_2O_3	Окись вольфрама W_2O_3	Обезвоженная бура $Na_2B_4O_7$	Фторборат калия KF	Борный ангидрид B_2O_3	Фтористый натрий NaF	Вольфрамат кобальта	Температура плавления, °С	Температурный интервал активности действия, °С
Ф100	2—3	14—16	32—36	ост.	—	—	—	320—650	850—1000
Ф100А	0,5—1,0	8—10	ост.	—	8—10	8—10	3—5	600—630	850—1000
Бура	—	—	100	—	—	—	—	741	800—1100
50% буры 50% Ф100	—	—	—	—	—	—	—	—	800—1100

IV. СБОРКА ИНСТРУМЕНТА ПОД ПАЙКУ

4.1. В гнездо державки насыпать флюс, уложить припой, установить пластину твердого сплава, сверху посыпать флюсом.

4.2. При пайке инструмента простой конфигурации (резцы, ножи) специального закрепления пластин твердого сплава не требуется.

При пайке многолезвийного инструмента необходимо закрепление твердосплавных пластин, которое может быть выполнено различными способами: при помощи технологической стенки, впоследствии удаляемой, технологического штифта, кернения, обвязки (рис. 6).

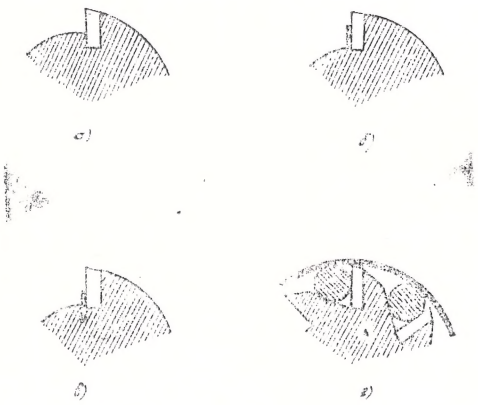


Рис. 6. Крепление пластинок твердого сплава в корпусе инструмента: а — кернение; б — технологическая стенка: в — технологический штифт; г — обвязка асбестовым шнуром.

Приложение 1

Результаты внедрения рациональной технологии пайки на ряде предприятий

Предприятие	Наименование инструмента	Технология пайки: до внедрения — припой	до внедрения — флюс	после внедрения — припой	после внедрения — флюс	Результаты испытаний	Годовой экономический эффект, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. УралАЗ (г. Миасс)	Резцы, ножи	МНМц 68-4-2	бура	ЛМцМ 57-1,5 -0,75	Ф100	Снижение брака по трещинам и отпаю на 5%	15082,47
2. Кунгурский машиностроительный завод	Резцы, ножи	М1	бура	ЛМцЖ 57-1,5 -0,75	Ф100	Повышение стойкости в 1,4 раза	19550,5
3. Свердловский инструментальный завод	Резцы к зуборезным головкам (расход 1500 шт.)	Л63, Л68	бура	ТП-1*)	Ф100	Снижение брака по трещинам на 80%	27645

*) Державки резцов изготовлены из стали 35ХГСА.

7.3. Разрывы слоя припоя не должны превышать 10% общей протяженности шва и недопустимы на наиболее нагруженной части инструмента.

7.4. Смещение твердосплавных пластин относительно державки допускается в пределах половины припуска на окончательную заточку.

VIII. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. Помещение, где проводятся работы по пайке инструмента, должно быть оборудовано в соответствии с санитарными Правилами, утвержденными Государственной санитарной инспекцией от 27.12.60 за № 348—60.

8.2. Поскольку продукты разложения флюса Ф100 токсичны, пайку инструмента следует проводить в условиях вентиляции, расположенной вблизи индуктора высокочастотной нагревательной установки.

8.3. Персонал, обслуживающий высокочастотные установки, обязан пройти курс техминимума по их эксплуатации, технике безопасности, правилам пожарной безопасности на электроустановках, а также по оказанию первой помощи пострадавшим от электротока; работающий должен иметь удостоверение на право выполнения соответствующих работ на данной установке.

8.4. Воспрещается приступать к работе на установке при неисправном электрооборудовании (индуктор, высоковольтный трансформатор, реле управления и т. п.), при неисправных или отключенных блокировках, а также при неисправных ограждениях, сливочных листах и кожухах, обеспечивающих безопасность работы.

8.5. Во время работы высокочастотной установки прикосновение к индуктору или вторичному витку высоковольтного трансформатора может вызвать сильный ожог. Прикасаться к этим элементам установки во время ее работы воспрещается.

Пол рабочего места около установки покрывается резиновыми ковриками.

При пайке мелкоразмерного и многолезвийного инструмента для закрепления пластин можно пользоваться также специальным клеем (быстровысыхающей органической связкой).

Технология приготовления клея дана в приложении 3.

4.3. Места, не подлежащие пайке, следует заклеить эластичной лентой, приготовленной из защитной пасты (см. приложение 4).

V. ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ

5.1. Нагрев под пайку производится на высокочастотных установках, технические характеристики некоторых из них даны в табл. 5.

Таблица 5

Тип установки	Мощность, квт	Рабочая частота, кгц
ИЗ1-100/2,4	100	2,4
ИЗ2а-100/8	100	8
ВЧГ1-60/0,066	60	66
ВЧИ25/0,443П	25	440
ВЧИ63/0,443П	63	440

Для получения более качественного и равномерного прогрева целесообразно применять установки с машинными генераторами.

5.2. Для нагрева каждого вида инструмента необходимо применение специальных индукторов. Схема расположения инструмента в индукторе представлена на рис. 7.

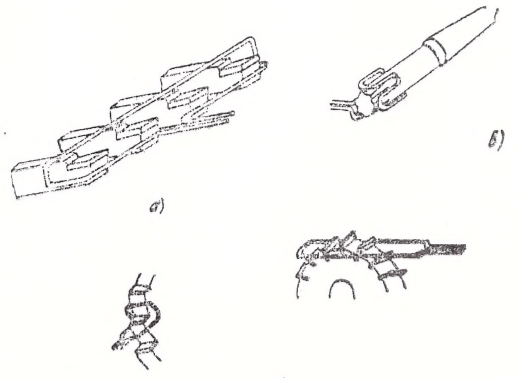


Рис. 7. Индукторы для пайки различных типов твердосплавного инструмента:
а — резцы, ножи к торцевым фрезам;
б—дисковые фрезы; в—развертки, сверла,

5.3. Индуктор должен быть установлен таким образом, чтобы его участки проходили вдоль плоскостей пайки; для повышения производительности при пайке рекомендуется использовать многоместные индукторы. Зазор между индуктором и паяемой заготовкой рекомендуется не менее 5 мм; равномерность нагрева увеличивается с увеличением зазора.

Расстояние между витками индуктора должно быть минимальным во избежание полосчатого нагрева.

5.4. Нагрев инструмента следует начинать с корпуса. После нагрева державок до 700—800°С продвинуть инструмент в более интенсивную зону нагрева, обеспечивая равномерность прогрева пластинки и корпуса.

5.5. При пайке мелкоразмерного многолезвийного инструмента все зубья нагревают одновременно.

При пайке многолезвийного инструмента крупных размеров нагревают каждый зуб в отдельности.

5.6. Скорость нагрева твердого сплава при пайке не должна превышать указанную в табл. 6.

Таблица 6

Толщина пластинки, мм	Допускаемая скорость нагрева, град/сек.				
	Т30К4	Т15К6 ВК60М ВК100М	Т5К10	ВК8	КНТ16 ТН20
До 4,5	32	42	60	100	25
От 5 до 7	20	26	40	65	15
От 7 до 12	10	13	20	32	10

Время нагрева для пайки одного лезвия инструмента составляет:

$$T_н = 1{,}5\,\frac{Q}{W},$$

где: Q — температура плавления припоя, °С;

W — допускаемая скорость нагрева, град/сек.

Температура окончательного нагрева определяется по расплавлению припоя и заполнению паяного шва.

5.7. Во избежание выгорания компонентов припоя, приводящего к пористости и хрупкости паяного соединения, время выдержки припоя в расплавленном состоянии должно составлять 5—10 сек.

5.8. После расплавления припоя и заполнения зазоров между твердым сплавом и сталью вывести инструмент из индуктора, поджать твердосплавную пластину с усилием 1,5—2 кг на 100 мм² напаиваемой поверхности пластинки твердого сплава. Оптимальная толщина припоя при пайке расплавляющимися припоями должна быть в пределах 0,07—0,15 мм; при пайке припоем ТП-1 — 0,1—0,8 мм.

5.9. Во время охлаждения не допускается сдвиг и перемещение пластины твердого сплава.

5.10. Скорость охлаждения ориентировочно должна быть в 6—8 раз меньше допустимой скорости нагрева. Поэтому инструменты, оснащенные твердыми сплавами, необходимо охлаждать в подогретом до температуры 150—200°С песке.

5.11. Повторный нагрев полностью остывшего после пайки инструмента вблизи твердосплавной пластины не допускается.

VI. УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ

При пайке твердосплавного металлорежущего инструмента из-за различия в коэффициентах линейного термического расширения твердого сплава и стали неизбежно формирование внутренних остаточных напряжений в твердом сплаве, которые в той или иной мере снижают работоспособность инструмента.

ВНИИТСом разработана новая, усовершенствованная технология пайки твердосплавного инструмента, позволяющая получить соединение практически без внутренних напряжений. Данная технология обеспечивает высокую эффективность использования твердого сплава и по мере ее освоения предприятиями должна стать основой при изготовлении твердосплавного инструмента.

6.1. По разработанной технологии державки резцов должны изготовляться из стали 35ХГСА. Для облегчения обрабатываемости стали 35ХГСА при изготовлении державок ее необходимо предварительно отжечь.

6.2. Изготовление державки резца из стали 35ХГСА дает возможность совместить операции пайки и термообработки инструмента, что обеспечивает резкое снижение внутренних остаточных напряжений в соединении «твердый сплав — сталь».

6.3. Технологией предусмотрен припой ТП (ТУ 48-21/ОП-55-74), представляющий собой ленту толщиной 0,8 мм, состоящую из трех слоев: внутренний слой—бронза Бр НБ 7-0,5 (0,4 мм) плакирован с двух сторон латунью ЛНМц 50-2-2. Температура плавления наружных слоев 849÷872°С, внутреннего — 1100÷1115°С. В процессе пайки расплавляются только боковые слои, а промежуточный сохраняется в твердом состоянии.

6.4. Одним из условий получения соединения с незначительными внутренними напряжениями является обеспечение в процессе пайки полного перехода исходной структуры стали в аустенит, а затем в мартенсит.

Полнота мартенситного превращения, а следовательно и получаемого эффекта от применения данной технологии, зависит от размера державки, скорости нагрева и охлаждения резца при пайке.

6.4.1. Правильность выбранного режима контролируется по твердости стального корпуса, которая должна составлять 34-40HRC.

6.4.2. Установление режима охлаждения после пайки необходимо производить для каждой новой партии резцов.

Для этого резец нагревается по режиму пайки и охлаждается на воздухе. Затем производится измерение твердости в зоне нагрева. Если твердость HRC<34, то необходимо ускорить охлаждение, обдувая корпус струей воздуха; если HRC>40, то охлаждение необходимо замедлить, поместив резцы в песок. При твердости HRC 34 . . . . 40 охлаждение производится на воздухе.

6.5. Для нагрева инструмента по данной технологии лучшие результаты обеспечивает применение машинных генераторов с частотой тока 10 кгц.

6.6. Наличие мартенситной структуры в державке резца в сочетании со свойствами трехслойного припоя ТП-1 обеспечивает минимальные растягивающие напряжения на наружной поверхности твердого сплава, что увеличивает эксплуатационную стойкость инструмента.

VII. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЙКИ

7.1. Качество пайки контролируется 100%-ным внешним осмотром инструмента.

7.2. При качественной пайке в твердом сплаве и корпусе инструмента отсутствуют трещины. Контроль трещин производится выборочно люминесцентным методом или методом цветной дефектоскопии (приложения 5; 6).